

台風8218号による東北地方の山がけ崩れと 降水特性との対応性*

水野 量**

要旨

近年の風水害の特徴は、土砂災害の多いことである。東北地方では年間200箇所前後の山がけ崩れがあるにもかかわらず、これまで十分調査されていない。本研究では最近9年間では最も大きな山がけ崩れ害の1つを東北地方にもたらした台風8218号の事例について、山がけ崩れと降水特性との対応性を調べた。その結果、山がけ崩れと短時間強雨との間に次のような対応が明らかにされた。

- ① 山がけ崩れは、総降水量の大きな地域よりも短時間強雨の大きな地域で発生した。
- ② 山がけ崩れは、最大1時間降水量 ≥ 20 mm、最大3時間降水量 ≥ 40 mm の短時間強雨によって増加した。
- ③ 山がけ崩れは、短時間強雨出現の直後から発生し始め3時間内に大部分が発生した。

1. 緒言

戦後の自然災害は、昭和34年の伊勢湾台風による被害を最後に大きくその内容が変わって推移した。それは、死者・行方不明者数が年間数100人へと大きく減少しただけでなく、質的にも大河川の洪水による被害から山がけ崩れや土石流という土砂災害の比率が高まったことである。土砂災害の比率が増加した理由として、

- ① 近年の都市化の進展により、土砂災害の危険をはらむ山地・丘陵の開発が進んだこと、
- ② 高度経済成長期においては、大規模な国土開発が促進されたこと、
等が考えられる。

以上のように、土砂災害の防止は近年の風水害対策の大きな柱となってきている。防災白書(昭和59年版)によると、建設省においては砂防事業や急傾斜地崩壊対策事業を、農林水産省においては治山事業を行い、土石流危険渓流、急傾斜地危険箇所、地すべり危険箇所、山林の山腹崩壊危険地区、崩壊土砂流出危険地区の整備を実施している。しかしながら、土砂災害危険箇所数が非常に多く、その整備は低水準にとどまっている。したがっ

て、このような土砂災害防止に関する各種事業を積極的に推進すると同時に、山がけ崩れと降水特性との対応性を明らかにしてこれを気象情報に反映することが、少しでも山がけ崩れの害を減少させる方法である。

山がけ崩れを含む一般的な斜面崩壊は、次の2種類の条件によって発生する(木宮, 1980)。1つは、豪雨による地下水位の上昇や地震動のように山がけ崩れを発生させる誘因と呼ばれるものである。もう1つは、素因と呼ばれる斜面自体が有する地質学的条件(岩石の強度、風化状態、岩盤内の割れ目、断層などの弱線とその方向、不透水層の存在とその方向)、地形的条件(斜面勾配、地形的な凹凸)、植生状態である。

山がけ崩れと降水特性との対応性に関する研究を

- (1) 理論的研究
- (2) 解析的研究
- (3) 統計的研究

の3つに分けてそれらを概観する。

- (1) 理論的研究

高野(1983)によると、山がけ崩れを含む斜面崩壊は第1図の模式図によって説明される斜面の不安定化によって発生する。

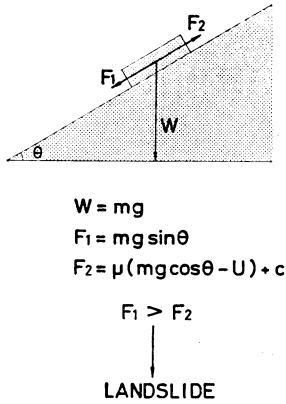
すなわち、第1図のような斜面においては、滑り落ちようとする部分(荷重 $W=mg$) に対して力 F_1 (斜面に沿って下方に働く) と力 F_2 (斜面に沿って上方に働く) が働いている。

* Relation between landslides and rainfall in Tohoku district caused by Typhoon 8218.

** Hakaru Mizuno, 仙台管区気象台.

—1985年5月7日受領—

—1985年8月9日受理—



第1図 斜面崩壊の模式図(高野(1983)による)。

力 F_1 は、荷重 W と斜面の傾斜角 θ だけで決まる力である。降水があると、水が地中へ浸透するため荷重が大きくなり力 F_1 も大きくなる。

一方、力 F_2 は滑り落ちようとする部分が斜面から受ける面力 $(mg \cos \theta - U)$ に比例して働くまざつ力 $\mu(mg \cos \theta - U)$ (ここで μ はまざつ係数、 U は水による浮力) と、斜面との接触面に働く粘着力 c (接触面積に比例する) から成る。安定な斜面では、力 F_2 は力 F_1 より大きい。降水があると、地中内へ水が浸透して斜面との接触面に水がたまり、水に浸った部分と同体積の水の重さに等しい浮力 U が働く、このため面力 $(mg \cos \theta - U)$ が減少し、 $F_1 > F_2$ となり斜面崩壊が発生する。

つまり、降水が地中内に浸透し、滑り落ちようとする表層部分に水がたまり浮力として作用することにより、斜面が不安定化され斜面崩壊が発生するというものである。

このような模式による斜面崩壊の理解は、物理的考察に基づいており斜面崩壊の防災工事に有用である。しかしながら、実際にどの程度の降水がどの位の時間あると斜面崩壊が発生するのかという点については、何ら情報を提供しない。

大滝(1965)は、水理方程式をがけ崩れ発生モデルに用いて降水とがけ崩れとの関係を以下のように定式化した。

① 「表層の土壌柱内の過剰水分量 H が、降雨によって増加し H_c に達するとがけ崩れが発生する」と仮定する。

② 表層の土壌柱内の過剰水分量の水収支は、次式で与えられる。

$$\frac{dH}{dt} = I(t) - vH$$

ここで、

H : 過剰水分量 (mm)

$I(t)$: 浸透能 (mm/h)

v : 表層から下方へ移動する量の比例定数 (h^{-1})

である。

③ 降雨強度 R を一定とすると $I(t) = \varphi(R)$ となり、初期条件 $t=0$ で $H=0$ として解くと、

$$\therefore H = \frac{\varphi(R)}{v}(1 - e^{-vt})$$

となり、 H は時間とともに増加する。

④ $H = H_c$ のとき、がけ崩れが発生するとすると ($t = T$)、

$$T = \frac{1}{v} \log \left\{ \frac{\varphi(R)}{\varphi(R) - vH_c} \right\}$$

となる。

⑤ 観測から、横浜市の場合

$$v = 0.125 \text{ (h}^{-1}\text{)}$$

$$H_c = 30 \text{ (mm)}$$

$$\varphi(R) = 60(1 - e^{-3R/400})$$

と評価される。

以上のように、表層の土壌柱内の過剰水分量 H を降雨強度 R 、浸透能 $\varphi(R)$ 、比例定数 v によって評価することにより、がけ崩れ発生の予測が可能であると主張している。

しかしながら、浸透能 $\varphi(R)$ 、比例定数 v 、がけ崩れ発生時の過剰水分量 H_c は、地域ごとにそれぞれ求める必要がある。

(2) 解析的研究

斜面崩壊は、前述のように誘因と素因という2つの条件によってもたらされる。すなわち、いくら強雨であっても平坦地では斜面崩壊は発生しないし、またいくら急な斜面であっても誘因がなければ斜面崩壊は起こらない。そこで斜面崩壊をもたらした誘因と素因それぞれについての解析的研究が数多くなされてきた。ここでは、素因についての解析的研究として棚橋ら(1939)の報告を、誘因についての解析的研究として江頭(1983)を紹介する。

棚橋ら(1939)は、昭和13年7月5日の豪雨による神戸裏山再度谷の山崩れの詳細な現地調査を行い、山崩れの位置、大きさ、傾斜、地表の状態等を報告している。これによると、山崩れの大きさは幅10m内外、長さ10~

30m, 厚さ 0.5m位, 傾斜 40° 位のもが多く, 大部分は表土と岩盤との境界で山崩れを起こしている。

このような調査結果は, 前述の高野 (1983) の斜面の不安定化の説明を支持するものと考えられる。

江頭 (1983) は, 昭和57年7月豪雨による長崎災害について報告し, 崩壊発生の降雨条件について次のように述べている。すなわち, 「崩壊を直接的に支配するパラメータは, 斜面勾配, 土層の強度分布および土層における水の分布であるが, これらのうち土中水は土層の自重の増加, 浮力による有効応力の減少, さらには水による強度低下などを通して崩壊現象と密接なかかわりをもっている。降雨は与えられた条件の中で土中水の分布を支配している」と降雨の重要性を述べ, 連続雨量と降雨強度の平面上での危険降雨曲線を示している。また, 小豆島における危険降雨曲線も示し, 崩壊発生に地域性があることにも言及している。

(3) 統計的研究

蔵重・奥山 (1964) は, 山崩れ件数 N と総雨量 R との統計的関係について,

$$N = aR^b$$

ただし, a, b : 定数,

という関係を認め, 各県別に定数 a, b を求めている。その結果, 大部分の県では $b > 1$ となっている。

このことは, 総雨量の増加によって山がけ崩れ件数が急増するという性質があることを示すものと考えられる。

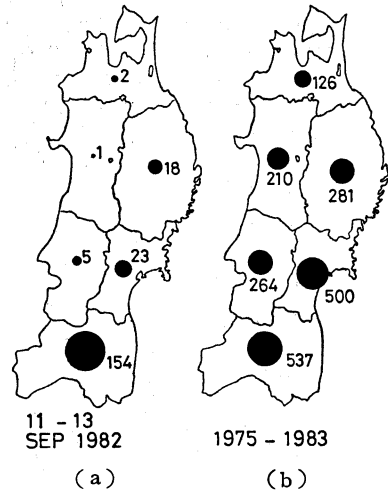
また, 倉嶋 (1974) は短時間強雨によってもがけ崩れが急増するというを統計的に導き出している。すなわち, 全国的ながけ崩れの統計資料と東京と長崎県における最大雨量の階級別出現率とから, 「がけ崩れは 20 mm/hr で増加し始め, 40mm/hr で急増する傾向がうかがえる」としている。

このほかの統計的研究の多くは, 山がけ崩れを起こしやすい降雨条件を求めるものである。降雨条件として連続雨量, 降雨強度のほか実効雨量, API (既往降水指数), 県平均日降水量等の臨界値を求める努力がなされている。

これらの報告結果は, 山がけ崩れを発生させる降水条件が必ずしも同一でないことを物語っている。その理由として, 山がけ崩れを発生させる誘因と素因の両方に地域性と経年変化があるためと考えられる。したがって, それぞれの地域に応じた山がけ崩れと降水特性との対応性を明らかにする必要がある。

こうした問題に関する調査は, 山がけ崩れの多い西日

LANDSLIDE



第2図 東北地方各県の山がけ崩れ箇所数。

(a) 台風8218号による山がけ崩れ

(b) 最近9年間 (1975年~1983年) の山がけ崩れ

本で調べられてはいるが, 山がけ崩れの少ない地域である北日本における調査は数少ない。東北地方における山がけ崩れと降水特性との対応性を明らかにし危険降雨強度を求めることを目的として, 台風8218号の事例について調査した結果を報告する。

2. 資料と調査方法

2.1. 資料

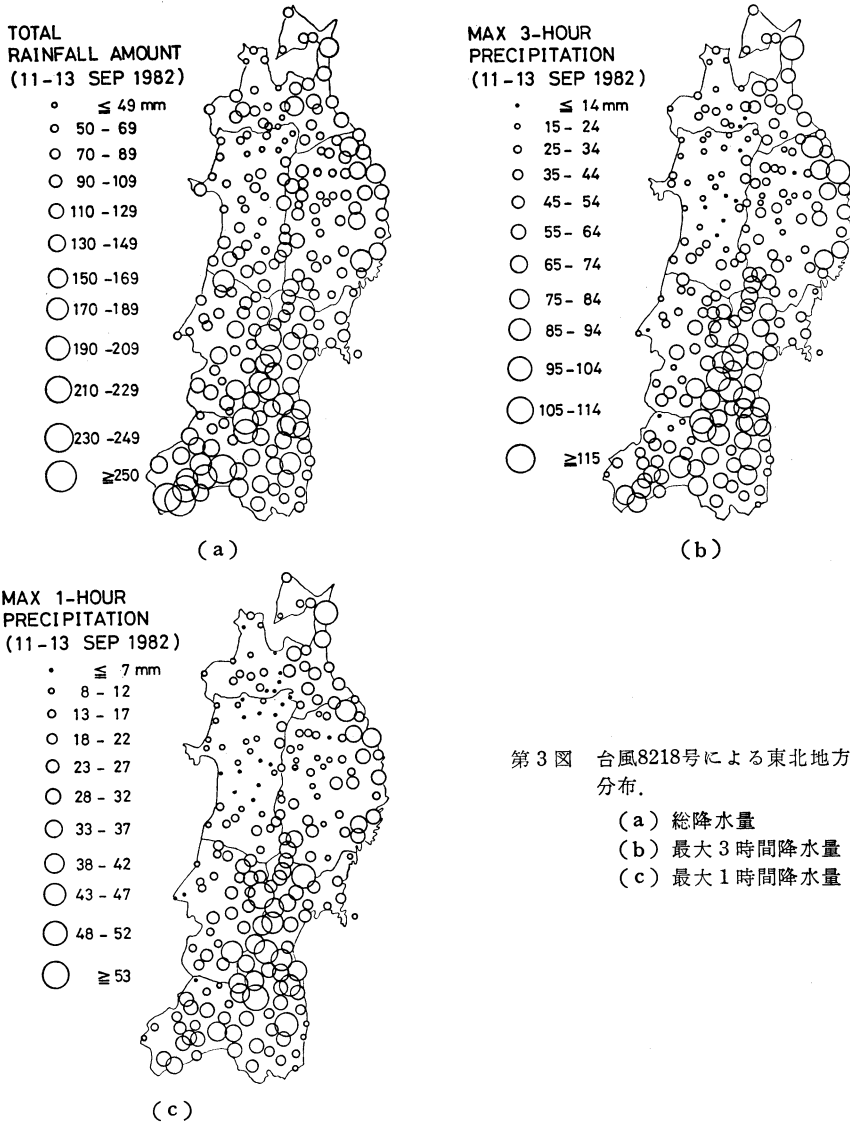
台風8218号による東北地方の山がけ崩れと降水特性との対応性を調べるため, 次の2種類の資料を用いた。いずれも仙台管区气象台と管内各地方气象台が実施している地方共同研究「東北地方の短時間強雨の研究」で収集されたものである。

(1) 山がけ崩れ資料

台風8218号による東北地方の被害について, 仙台管区气象台と管内各地方气象台が作成した被害調査表の中から山がけ崩れの資料を用いた。したがって, 本報告でいう山がけ崩れとは, 被害をもたらした山がけ崩れという狭い意味のものである。

この被害調査表には, 被害の発生年月日, 発生地名, 発生時刻, 被害概要, 資料の出所が記載されている。主な資料の出所は, 各県の県警本部, 各種新聞である。この被害調査表の中から, 「山くずれ」, 「がけくずれ」, 「土砂くずれ」を「山がけ崩れ」と見なして用いた。

また, 最近の山がけ崩れの発生状況を見るために異常



第3図 台風8218号による東北地方の降水量分布。
 (a) 総降水量
 (b) 最大3時間降水量
 (c) 最大1時間降水量

気象累年表1974年6月—1982年(気象庁統計課, 1983)と異常気象年表1983年(気象庁統計課, 1984)を用いた。

(2) 降水量資料

山がけ崩れと対応させる降水量の資料として、東北地方各県の気象月報(昭和57年9月)、地域気象観測毎時降水量日報(1982年9月11日, 12日, 13日)を用いた。

なお、山がけ崩れ発生箇所にもっとも近い地域気象観測所の降水量と山がけ崩れとを対応させている。

2.2. 調査方法

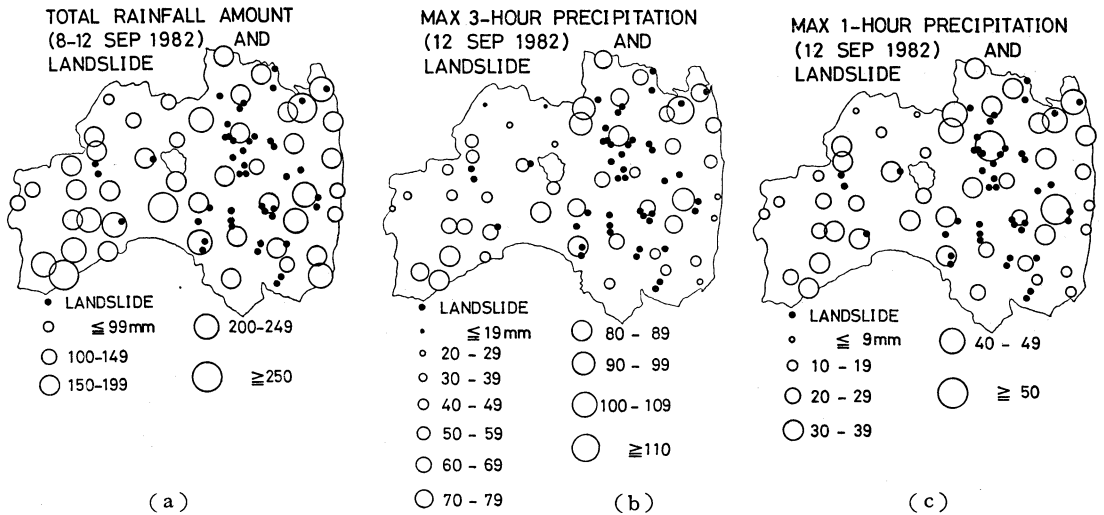
台風8218号による東北地方の山がけ崩れと降水特性との対応性を、次の項目について調べた。

(1) 空間分布の対応……山がけ崩れと降水量分布とがどのように対応しているか。

(2) 時間的対応……山がけ崩れの発生が降水量と時間的にどのように対応しているか。

(3) 量的対応……山がけ崩れが降水量と定量的にどのように対応しているのか。あるいは山がけ崩れが多発し始める降水量の臨界値はあるのか。あるとすればどの程度か。

なお、(1)については東北地方全体について調査し、(2)と(3)については大部分の山がけ崩れが発生した福島県について調べた。すなわち、ある地点における山



第4図 台風8218号による福島県の山がけ崩れと降水量分布。
 (a) 総降水量 (b) 最大3時間降水量 (c) 最大1時間降水量
 ●印は山がけ崩れ発生箇所を示す。

がけ崩れと降水特性との1対1の対応を調べるのではなく、福島県という領域全体で対応性を調べるのである。

3. 結果

3.1. 空間分布の対応

第2図は、東北地方各県の台風8218号による山がけ崩れ箇所数および最近9年間(1975年~1983年)の山がけ崩れ箇所数である。また、第3図は台風8218号による東北地方の総降水量、最大3時間降水量、最大1時間降水量の分布である。

第2図より東北地方の山がけ崩れについて次のようにまとめられる。すなわち、

- ・東北地方における山がけ崩れの9年間の合計箇所数は、福島・宮城県で最も多くそれぞれ500箇所程度、次いで秋田・岩手・山形県でその約1/2の200~300箇所、青森県ではさらにその1/2の126箇所となっている。要約すると、東北地方の山がけ崩れは東北地方の南部および太平洋側で多く発生している。

- ・一方、台風8218号による東北地方の山がけ崩れは、9年間合計の分布よりさらに顕著な偏りを示している。すなわち、福島県で東北地方全体の山がけ崩れの約3/4に及ぶ154箇所の山がけ崩れが発生しているのに対して、宮城・岩手県では20箇所程度、青森・秋田・山形県では数箇所の山がけ崩れに過ぎない。つまり、台風8218号による東北地方の山がけ崩れは、東北地方の太平洋側で多く特に福島県に集中して発生した。

次に、台風8218号による東北地方の降水量分布は、第3図より次のように記述される。

- (・) 台風8218号による東北地方の降水量は、奥羽山脈を境にして太平洋側で多く日本海側では少ないという著しい地形の影響が見られた。すなわち、太平洋側では総降水量が200mmを越え最大1時間降水量でも40mm以上の観測所が多かったのに対し、日本海側では総降水量100mm以下、最大1時間降水量10mm以下の観測所が大部分であった。

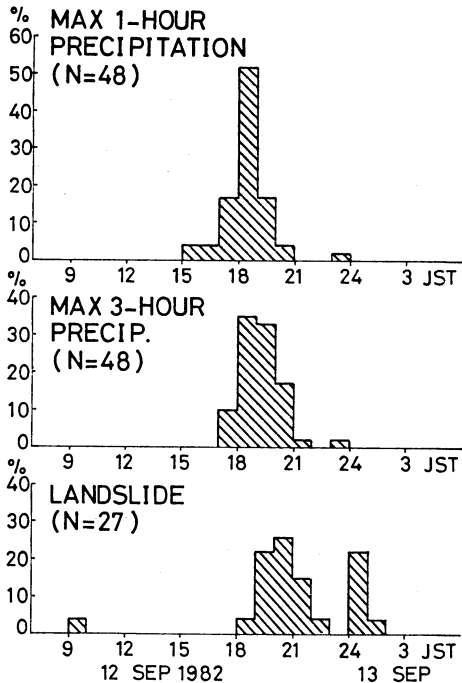
- ・さらに詳細に降水量分布を観察すると、太平洋側の宮城・福島県で総降水量、短時間降水量が大きい。

以上のように、東北地方の台風8218号による各県の山がけ崩れと降水量分布とは、県単位で見るとよく対応している。

さてここで、もっと詳細に台風8218号による東北地方の山がけ崩れと降水特性との対応性を調べるため、大部分の山がけ崩れが発生した福島県に的を絞って対応性を見ることとする。なお、宮城県についても調査したが福島県で得られた山がけ崩れと降水特性との対応性と矛盾しない結果を得ている。

第4図は、福島県における山がけ崩れと降水量の分布図である。第4図より次のことが記述される。すなわち、

- ・福島県内の山がけ崩れは、総降水量と短時間降水量の両方が大きい中通り地方で多く発生し、総降水量は大きい短時間降水量の小さい会津地方では少ない。



第5図 台風8218号による福島県の短時間強雨と山がけ崩れの時間的発生状況。

上から最大1時間降水量, 最大3時間降水量, 山がけ崩れの発生を示す。降雨は終了時刻毎の最大降水量発生地点数の全体に対する比率, 山がけ崩れは時刻別の同じく発生率を示す。

この事実は, 台風8218号による福島県の山がけ崩れが総降水量よりも短時間降水量の影響を大きく受けて発生したことを示している。

3.2. 時間的対応

前述のように, 台風8218号による福島県の山がけ崩れは, 降水量の中でも短時間降水量と良く対応していることが示された。

次に, 山がけ崩れの発生が短時間降水量と時間的にどのように対応しているかを以下に示す。

第5図は, 台風8218号による福島県の短時間降水量と山がけ崩れの発生時刻を示している。ここで, 短時間降水量の発生時刻は福島県内48箇所の地域気象観測所における毎時降水量から求め, 山がけ崩れの発生時刻は被害調査表の中で発生時刻の記載されている27箇所の山がけ崩れについて求めたものである。つまり, 短時間降水量は時刻毎の最大降水量発生地点数の全体に対する比率で

あり, 山がけ崩れは時刻別の同じく発生率を示している。第5図より, 次のように記述される。

- ・台風8218号による福島県の最大1時間降水量は, 9月12日17時~20時に大部分発生し, 特に18時~19時に全体の約半数の観測所において発生している。

- ・同様に最大3時間降水量は, 同18時~21時に大部分発生しているが, 最大1時間降水量の発生時刻よりは時間的に分散して発生している。

- ・一方, 山がけ崩れの時間的発生状況は, 同19時~22時に発生するものと24時過ぎに発生するものがある。24時過ぎに発生した山がけ崩れの大部分は特定の地域(二本松周辺)に集中していた。すなわち, 福島県という領域全体の山がけ崩れの発生は, 短時間降水量の発生時刻の分布よりもさらに時間的に分散している。

以上の事実は, 次のようなことを意味していると考えられる。すなわち,

- ① 短時間強雨と山がけ崩れとの因果関係あるいは時間的対応性が明らかに存在する。

- ② 領域全体の山がけ崩れの発生時刻が短時間強雨の発生時刻よりも時間的に分散していることは, 山がけ崩れが誘因である降水の他に素因と呼ばれる地形・地質的条件にも依存して発生するものであるということを示している。

以上のように, 山がけ崩れと短時間強雨とは, 空間的な分布だけでなく時間的にも対応性があることが明らかにされた。

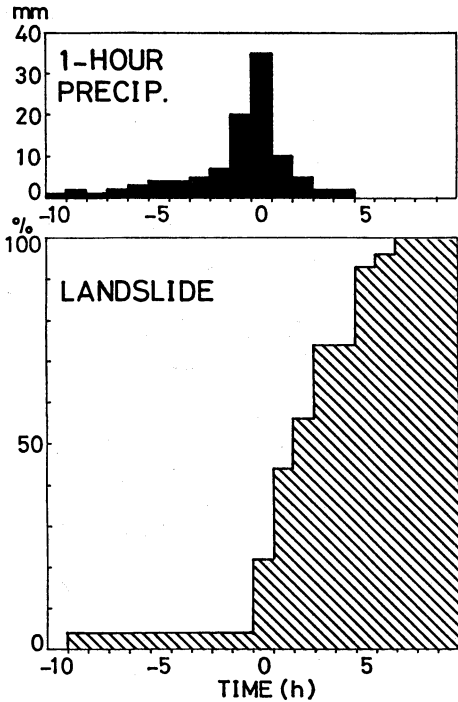
さらに端的に山がけ崩れと降水量との時間的対応性を示したものが, 第6図である。第6図は, 山がけ崩れ発生地点27箇所について最大1時間降水量の発生時刻を基準にして毎時降水量と山がけ崩れの発生を合成したものである。このような表現方法では, 領域全体としての平均的な降水特性に対して山がけ崩れがどのように発生しているかを明確に知ることができる。第6図より, 「短時間強雨の直後から山がけ崩れが発生し始め, 3時間後で約70%の山がけ崩れが発生し, その後5~6時間後に残りの山がけ崩れが発生した」ことが明瞭である。

3.3. 量的対応

- 3.1, 3.2において, 台風8218号による福島県の山がけ崩れが, 短時間強雨と空間的な分布でも時間的発生状況でも良く対応していることが明らかにされた。

ここでは, 量的にどの程度の短時間強雨が山がけ崩れと対応するかを調べる。

第7図は, 最大1時間降水量, 最大3時間降水量と山



第6図 短時間強雨と山がけ崩れ累積発生率

台風8218号による福島県の山がけ崩れ27箇所について、最大1時間降水量の発生時刻を基準にして毎時降水量と山がけ崩れの発生を合成したものである。

がけ崩れ発生率との関係を示している。ここで山がけ崩れ発生率とは、地点として54箇所（山がけ崩れ発生27箇所、山がけ崩れ非発生27箇所）を選び、これらの地点の中で該当短時間降水量以上の地点についての山がけ崩れの発生率をいう。したがって、最大降水量 ≥ 0 mmでの

山がけ崩れ発生率は必ず50% ($27/54 \times 100\%$) となり、短時間強雨が山がけ崩れと対応しているとすれば最大降水量が大きくなるにつれて山がけ崩れ発生率は増大する。

第7図より、次のことが示される。すなわち、

- ・台風8218号による福島県の山がけ崩れは、

最大1時間降水量 ≥ 20 mm

最大3時間降水量 ≥ 40 mm

で発生率が増大した。

この事実は、山がけ崩れが短時間強雨と量的に対応して発生したことを意味している。

4. 討 論

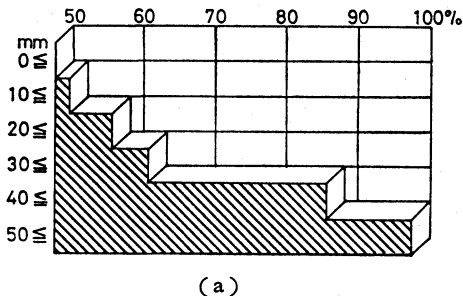
ここでは、被害をもたらす山がけ崩れに及ぼす誘因としての降水特性の重要性について議論する。

山がけ崩れは、降水が地中内に浸透し表層部分に水がたまることによる斜面の不安定化によって発生する（高野, 1983）。この過程は、大滝（1965）によっても定式化されている。

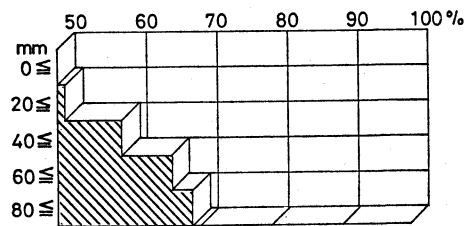
大滝のモデルでは、降雨強度 R と表層から下方へ移動する水の量の比例定数が重要なパラメータであり、地形・地質的条件（素因）が同じであれば降雨強度が山がけ崩れにとって本質的なものである。

今回の台風8218号による山がけ崩れの調査では、総降水量ではなく短時間強雨が山がけ崩れと良く対応していることが示された。このことは、大滝のモデルが東北地方の山がけ崩れにも適用できる可能性を意味している。

山がけ崩れをもたらす短時間強雨としては、最大1時間降水量 ≥ 20 mm、最大3時間降水量 ≥ 40 mmが危険降雨強度として得られたが、この結果は倉嶋（1974）の主張と矛盾しないものである。



(a)



(b)

第7図 短時間強雨による山がけ崩れ発生率の増加。

(a) 最大1時間降水量

(b) 最大3時間降水量

山がけ崩れ発生率は本文参照。

一方、山がけ崩れに及ぼす素因と呼ばれる地形・地質の条件も無視できないものとされているが、これについて議論する。

台風8218号による東北地方の山がけ崩れでも、山がけ崩れの時間的発生に素因が関与していることは確認された。すなわち、山がけ崩れが降水量のピークよりも遅れてかつ分散して発生しており、その遅れて発生する箇所は特定の地域に集中していた。しかしながら、個々の山がけ崩れ発生箇所を事前に予想することはかなり困難である。けれども、ある領域全体の山がけ崩れの発生を短時間強雨と対応させて予想することは、十分可能性があると考えられる。ここに気象情報の重要性がある。

5. まとめ

これまでの山がけ崩れと降水特性との対応性に関する研究は、山がけ崩れの多い西日本で行われ、山がけ崩れ発生に地域性があることが報告されている。

今回台風8218号による東北地方の山がけ崩れについて調査した結果、山がけ崩れが短時間強雨と良く対応していることが示された。すなわち、次のような対応性が明らかとなった。

- ① 山がけ崩れの発生地域は、短時間強雨の大きな地域である。
- ② 山がけ崩れは、最大1時間降水量 $\geq 20\text{mm}$ 、最大3時間降水量 $\geq 40\text{mm}$ で発生率が増大した。
- ③ 山がけ崩れは、短時間強雨の直後から発生し始め、3時間内に大部分発生した。

これらの調査結果は、山がけ崩れの発生の少ない東北地方の防災対策に役立つものと考えられる。

謝 辞

本研究は、仙台管区气象台と管内各地方气象台が実施している地方共同研究「東北地方の短時間強雨の研究」に関連して行われたものである。本稿作成にあたって、仙台管区气象台のプロジェクトチームのメンバーおよび二宮洗三前技術部長、山岸米二郎技術部長、中西秀二調査課長に討論していただいた。また、榊原 均主任研究官（気象研究所）、江頭進治助教授（京都大学防災研究所）には問題点を指摘していただいた。厚く感謝する。

文 献

- 江頭進治, 1983: 昭和57年7月豪雨による土砂災害について, 京大防災研究所年報, **26A**, 1-17.
- 木宮一邦 (1980): 斜面崩壊と水, 自然災害と水—そのひきがねとなる水—, 災害科学統合研究班, 63-74.
- 国土庁, 1984: 防災白書(昭和59年版), 大蔵省印刷局, 1-110.
- 蔵重 清・奥山志保子, 1964: 山崩れ件数と雨量との統計的關係, 天気, **11**, 397-407.
- 倉嶋 厚, 1974: 注意報・警報の対象としての斜面崩壊について, 測候時報, **40**, 429-445.
- 高野秀夫, 1983: 斜面と防災, 築地書館, 1-29.
- 棚橋嘉市・太田芳夫・菅谷惣治, 1939: 昭和13年7月5日の豪雨に依る神戸裏山再度谷の山崩調査報告, 海と空, **19**, 87-99.
- 大滝俊夫, 1965: 降雨によるがけくずれの水文学的研究, 研究時報, **17**, 351-395.

第3回中部支部研究会の開催のお知らせ

期 日 昭和60年11月29日(金) 9:30~14:30

場 所 名古屋地方气象台会議室

講演題目

1. 下山紀夫, 入田 央(名古屋地台): 愛知県の気温特性
2. 堀口光章, 武田喬男(名大水圏研): 上層及び中層の層状雲のレーダ観測
3. 大和政彦, 小野 晃(名大水圏研): 航空機による海洋上大気中のエアロゾル観測—サルフェイト粒子の分子状態の変化を追って—
4. 牧野真一(浜松測): 冬型時における御前崎付近の強風の原因について
5. 高木増美, 岩田 晃, 近藤 豊(名大空電研): 科学衛星“おおぞら”によるエアロゾル, オゾンの観測
6. 高木伸之(岐阜大工), 竹内利雄(名大空電研): 正

極性落雷の発生原因

7. 横山辰夫(名大水圏研): 2波長レーダー(0.86 cm, 3.2 cm)による層状性降水の微物理過程の観測
8. 岡田菊夫, 赤枝健治, 岩坂泰信, 武田喬男(名大水圏研): 気象衛星 NOAA による黄砂の観測
9. 栽 吉信(福井地台): 福井県のしぐれ
10. 中垣昭夫(長野地台): 日本の冬の気温の分布型と長野県北部の積雪分布

なお、同日14:30から中部支部創立10周年記念行事を次のごとく行います。

記念講演

- 柳原一夫(気象研): 中部支部初期の頃を顧みて
 武田喬男(名大水圏研): 気象衛星 NOAA からの雲の観測
 懇親会